⑯ 木質バイオマスから製造した FT (Fischer-Tropsh) 合成油 (BTL: Biomass to Liquid) の車両適用性に関する研究

環境研究領域　※川野 大輔　水嶋 教文　石井 素　佐藤 由雄　後藤 雄一
株式会社マイクロ・エナジー　岩渕 浩　松永 明彦　酒井 利夫

1．はじめに

再生可能エネルギーの導入量拡大は、地球温暖化対策として必須であることはいうまでもない。運輸部門において再生可能エネルギーの導入量を拡大するためには、非食用系の植物油や廃食用油を原料とした従来のバイオディーゼル燃料のみならず、木質系等のバイオマスを原料とした燃料を導入する必要がある。

このような背景から、(独)交通安全環境研究所と(株)マイクロ・エナジーは環境省が実施する地球温暖化対策技術開発・実証研究事業に採択され、平成 24 年度から 3 ヵ年計画で「草木質・廃棄物等系バイオマスの燃料化による汎用燃料利用技術の開発」を開始した。本プロジェクトでは、主に木質バイオマスを原料として炭化、ガス化を経て FT(Fischer-Tropsh)合成により炭化水素燃料(BTL: Biomass to Liquid)を製造する技術を開発しており、この中で当研究所は製造した燃料の車両適用性(排出ガス・燃費)の評価および原料回収および燃料製造工程を含めたライフサイクルアセスメント(LCA)を実施している。本報では、平成 24 年度に木質バイオマスを原料とする BTL の最新車両に対して国内初で実施した適用性評価を中心に、その成果を報告する。

2．BTL 製造プロセスの概要

図 1 に、本プロジェクトにおける BTL 製造プロセスの概略を示す。BTL に限らず、GTL(Gas to Liquid)および CTL(Coal to Liquid)においても式(1)に示す FT 反応により炭化水素燃料を合成している。

$$(2n+1)H_2 + nCO \rightarrow C_nH_{2n+2} + nH_2O \quad (1)$$

式(1)より、水素(H_2)と一酸化炭素(CO)を適正な比率で反応させる必要があり、バイオマスからこれらを得るためには、以下の化学反応式(2)に示すガス化反応により水素(H_2)と一酸化炭素(CO)を得なければならない。

$$C + H_2O \rightarrow H_2 + CO \quad (2)$$

以上がガス化および FT 合成の基本であるが、原料がバイオマスの場合は多量の水分を含んでいるため(生木で水分率 50%以上、破砕後のチップで 30～60%程度)、原料中の水分を除去することで安定した水素(H_2)と一酸化炭素(CO)を得ることを狙いとしている。本プロジェクトにおいては、あらゆる草木質系のバイオマスを安定してガス化させるため、バイオマスの破砕、乾燥行程の後に炭化行程を導入することで、90%以上の炭素割合を有する炭化バイオマスを得ることを特徴としている。

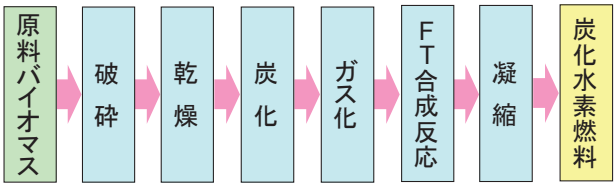

図 1　BTL 製造プロセスの概略

3．燃料性状分析結果

燃料製造試験にて得られた2種のサンプル燃料について性状分析を実施した。表 1 に結果を示す。BTL_A および BTL_B の原料はそれぞれ竹および木であり、原料のみならず製造条件も変えている。両燃料とも密度、硫黄分、セタン指数、流動点、目詰まり点、10%

表 1　BTL の燃料性状分析結果

試験項目		BTL_A	BTL_B	2 号軽油 JIS 規格
密度@15℃ [g/cm^3]		0.7785	0.7973	0.86 以下
動粘度@30℃ [mm^2/S]		2.281	3.180	2.5 以上
引火点 [℃]		<2.0	<2.0	50 以上
硫黄分 [massppm]		<1	<1	10 以下
セタン価		69.5	65.7	－
セタン指数		77.0	77.0	45 以上
流動点 [℃]		-12.5	-10.0	-7.5 以下
目詰まり点 [℃]		-15	-16	-5 以下
10%残留炭素分		<0.01	<0.01	0.1 以下
蒸留性状 [℃]	初留点	73.0	72.0	－
	10%留点	136.5	142.0	－
	50%留点	264.0	299.5	－
	90%留点	324.0	330.0	350 以下
	終点	349.5	353.5	－
CHO 分析 [mass%]	炭素分	85.0	85.5	－
	水素分	14.8	14.5	－
	酸素分	0.2	<0.1	－
低位発熱量 [kJ/kg]		43,500	43,270	－

残留炭素分、および蒸留性状(90%留出温度)について2号軽油のJIS規格を満足することができた。BTL_Bについては上記に加えて動粘度も2号軽油のJIS規格を満足できている。引火点については両BTLでJIS規格より大幅に低くかつ常温以下となっていることから、引火点を高めるような燃料の製造が今後の課題となる。

4．車両適用性評価

前章で分析した燃料をディーゼル重量車に使用した際の排出ガスおよび燃費特性を、シャシダイナモ試験により評価した。図2に試験の様子を、表2に試験車両の諸元を示す。試験条件は半積載を仮定したJE05モード試験である。

図3に得られた排出ガスおよび軽油換算燃費の結果を示す。同図では、BTL混合割合0%は軽油を示し、BTL混合割合100%はニートBTLを示す。CO、粒子状物質(PM)、軽油換算燃費に関しては、BTL混合割合を増加させても軽油運転時と同等の性能を確保できている。一方、非メタン炭化水素(NMHC)および窒素酸化物(NOx)に関しては、BTL混合割合の増大に伴い増加する傾向が確認された。NMHCに関しては、増加してはいるものの規制レベルより十分に低い結果であるため問題ないが、NOxに関しては著しく増加する結果となった。これは、燃料の引火点が低いことから、低沸点成分の炭化水素が多いことが原因であるものと推察される。

図2　シャシダイナモ試験の様子

表2　試験車両の諸元

車両タイプ	カーゴトラック
車両重量	3530 kg
最大積載量	3000 kg
車両総重量	6585 kg
全長×全幅×全高	6600 mm ×2220 mm ×2450 mm
変速機	6MT
エンジンタイプ	直列4気筒ターボディーゼルエンジン
排気量	3 L
最高出力	110 kW / 2800 rpm
最大トルク	375 Nm / 1400~2800 rpm
後処理装置	酸化触媒、DPF
排出ガス規制適合	ポスト新長期排出ガス規制適合

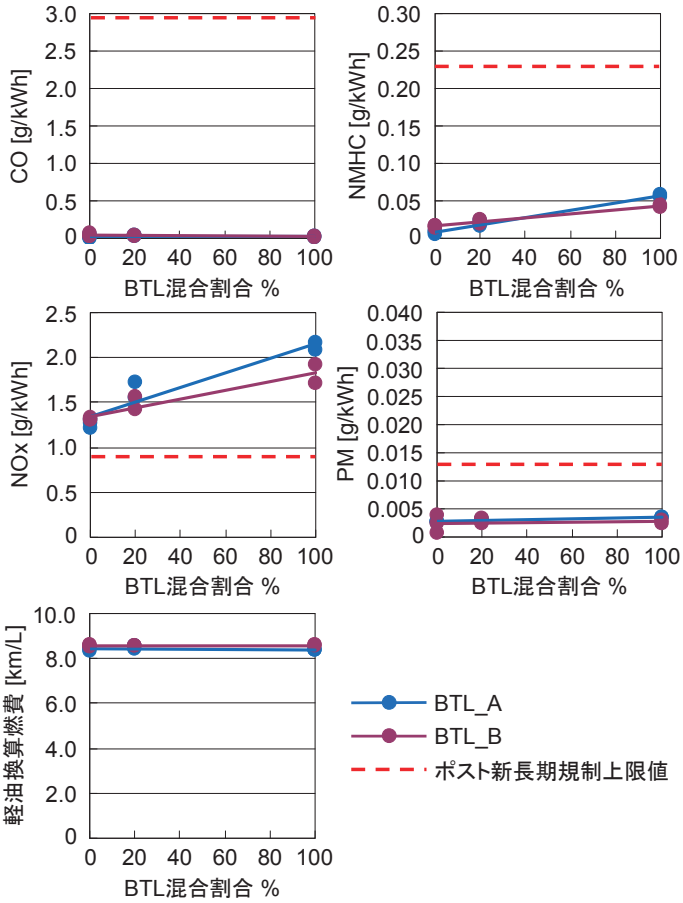

図3　排出ガスおよび軽油換算燃費

5．おわりに

以上の評価により、今回試作したBTLについては軽油と同等の燃費およびNOxを除く排出ガス性能を確保できることが示された。NOxが著しく増加した要因について、本試験車両と同一のエンジンを用いた台上実験により燃焼特性を評価することで明らかにする予定である。これにより、NOxの増加を伴わない燃料を製造するための課題を抽出する。同時に、LCAを実施することで、温室効果ガス排出量の削減ポテンシャルを明らかにする。